



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R39:1988

# Fältnätningar för fjärrvärme- abonnentcentral

Undersökning av kopplingsprincip och  
nattsänkning

Svend Frederiksen  
Janusz Wollerstrand

R  
AWK

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plad	Ser

Bygghforskningsrådet

R39:1988

FÄLTMÄTNINGAR FÖR FJÄRRVÄRME-ABONNENTCENTRAL

Undersökning av kopplingsprincip  
och nattsänkning

Svend Frederiksen  
Janusz Wollerstrand

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 840615-1  
från Statens råd för byggnadsforskning till Institutionen  
för värme- och kraftteknik, Lunds tekniska högskola, Lund.

## REFERAT

Rapporten avser en serie mätningar av främst temperaturer och flöden i en fjärrvärmeabonnentcentral som via plattvärmväxlare försörjer en bostadsfastighet med 21 lägenheter med radiatorvärme, tappvarmvatten och hetvatten till en torrkrets.

Centralen var ursprungligen 2-stegskopplad, men med en by-pass-ledning vid förvärmaren för tappvarmvatten möjliggjordes valfrihet mellan parallell- och 2-stegskoppling. Mätningarna visade som väntat att primärvattnet kylades mer i 2-stegskopplingen vid stora tappningar. Däremot var det överraskande att returtemperaturen på primärsidan låg högre i 2-stegsfallet vid små varmvattentappningar. Förklaringen visade sig vara en olämplig inkoppling av VVC-flödet.

Vid mätningarna identifierades och åtgärdades också en oändamålsenlig, ständig on-off-drift hos hetvattenkretsen vid låg belastning.

Med hjälp av en mikroprocessor-baserad reglercentral för radiatorkretsen undersöktes olika stora nattsänkningar och morgonanvärmningar. Även om den föreliggande abonnentcentralen är i gott skick (värmeöverföringsytorna troligen ej särskilt försmutnade) uppträdde stora toppar i fjärrvärmeffödet vid morgonanvärmning.

Under mätserien uppträdde tidvis problem med tillförlitligheten hos magnetisk-induktiva flödesmätare, delvis beroende på driftförutsättningar avvikande från de som gäller vid normal flödesmätardrift för värmedebitering. Med hjälp av värmebalanser visas att mätresultaten ändock är ganska trovärdiga.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblegt papper.

R39:1988

ISBN 91-540-4894-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Förord</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Inledning</b>	<b>3</b>
3.1	Bakgrund och syfte . . . . .	3
3.2	Allmän beskrivning av centralens placering . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Teknisk beskrivning av centralen</b>	<b>4</b>
4.1	Allmänt . . . . .	4
4.2	Hetvattenkretsen . . . . .	4
4.3	Radiatorkretsen . . . . .	4
4.4	Varmvattenkretsen . . . . .	4
<b>5</b>	<b>Installerad reglerutrustning</b>	<b>7</b>
5.1	Hetvattenkrets . . . . .	7
5.2	Radiatorkrets . . . . .	7
5.3	Varmvattenkrets . . . . .	7
<b>6</b>	<b>Mät- och datainsamlingsutrustning</b>	<b>9</b>
6.1	Givare . . . . .	9
6.2	Mätdatainsamling . . . . .	9
<b>7</b>	<b>Datainsamling (genomförandet)</b>	<b>11</b>
7.1	Datalagring och analys . . . . .	11
7.2	Mätproblem . . . . .	12
7.2.1	Temperaturmätning . . . . .	12
7.2.2	Flödesmätning . . . . .	12
<b>8</b>	<b>Presentation av utvalda mätresultat</b>	<b>13</b>
8.1	Allmänt . . . . .	13
8.2	Dygn 841124 . . . . .	13
8.3	Dygn 841230 . . . . .	15
8.4	VVC-flödets inflytande på primära returtemperaturer . . . . .	16
<b>9</b>	<b>Effekt- och energibalanser</b>	<b>27</b>
9.1	Allmänt . . . . .	27
9.2	Mätnoggrannhet . . . . .	27
9.3	Dygnsförlopp . . . . .	28

<b>Bilaga 1</b>	<b>33</b>
Mätpunktförteckning med kommentar . . . . .	33
<b>Bilaga 2</b>	<b>35</b>
Tidsschema för mätningar på Cedergatan 7, Malmö . . . . .	35
<b>Bilaga 3</b>	<b>38</b>
Komponentförteckning med beskrivningar . . . . .	38
<b>Bilaga 4</b>	<b>41</b>
Mätutrustningsförteckning med beskrivningar . . . . .	41
<b>Bilaga 5</b>	<b>43</b>
Modifiering av hetvattenkretsen för stabil drift . . . . .	43

## Figurförteckning

1	Foto av mätobjektet . . . . .	5
2	Kopplingsschema för abonnentcentralen på Cedergatan .	6
3	Dygn 841124, primära temperaturer . . . . .	18
4	Dygn 841124, radiatorkretsen . . . . .	18
5	Dygn 841124, varmvattenkretsen . . . . .	19
6	Dygn 841124, totalt returflöde . . . . .	19
7	Dygn 841124, primära returtemperaturer . . . . .	20
8	Dygn 841124, hetvattenkretsen . . . . .	20
9	Dygn 841230, primära temperaturer . . . . .	21
10	Dygn 841230, radiatorkretsen . . . . .	21
11	Dygn 841230, varmvattenkretsen . . . . .	22
12	Dygn 841230, totalt returflöde . . . . .	22
13	Dygn 841230, primära returtemperaturer . . . . .	23
14	Dygn 841230, hetvattenkretsen . . . . .	23
15	Dygn 841230, temperaturprogram i radiatorkretsen . . .	24
16	Dygn 841230, temperaturförlopp vid temperaturprogram i radiatorkretsen . . . . .	24
17	Dygn 841212, Inverkan av VVC-flödet på returtempera- turen . . . . .	25
18	Dygn 841230, Inverkan av VVC-flödet på returtempera- turen . . . . .	25
19	Dygn 841214, Inverkan av VVC-flödet på returtempera- turen . . . . .	26
20	Dygn 841231, Inverkan av VVC-flödet på returtempera- turen . . . . .	26
21	Dygn 841230, effekter överförda till radiator- och hetvat- tenkretsen . . . . .	30
22	Dygn 841230, effekt överförd till varmvattenkretsen . . .	30
23	Dygn 841230, varmvattencirkulationseffekt . . . . .	31
24	Dygn 841230, total primär effekt . . . . .	31
25	Dygn 841230, energiförbrukning i alla kretsar . . . . .	32
26	Hetvattenkretsen . . . . .	45
27	Ursprunglig potentiometeranslutning . . . . .	45
28	Potentiometeranslutningen efter modifiering . . . . .	45





## 1 Förord

Föreliggande rapport avser en första serie mätningar på en fjärrvärmeabonnentcentral i Malmö. Mätningarna utfördes av Institutionen för värme- och kraftteknik vid Lunds Tekniska Högskola i samarbete med Malmö Energiverk i en fastighet tillhörande Malmö Kommunala Bostads AB.

Tillgång till mätobjektet och nödvändiga mätgivare ordnades genom Malmö Energiverks försorg. Från Energiverkets sida ställdes mätobjekt och givare till förfogande, och Sven Andersson, Knut Boij och deras medarbetare hjälpte till med installationsarbeten, kalibrering av givare m m och deltog i givande diskussioner.

Från Institutionens sida har assistenterna Johan Hultstam, Dragutin Nolic, Staffan Nortén och Anders Warnegård medverkat vid insamling och bearbetning av mätdata.

## 2 Sammanfattning

Rapporten redovisar en serie mätningar av främst temperaturer och flöden i en fjärrvärme-abonmentcentral som via plattvärmeväxlare förser en bostadsfastighet med 21 lägenheter med radiatorvärme, tappvarmvatten och hetvatten till en torkkrets.

Centralen var ursprungligen 2-stegskopplad, men med en by-passledning vid förvärmaren för tappvarmvatten möjliggjordes valfrihet mellan parallell- och 2-stegskoppling. Mätningarna visade som väntat att primärvattnet kylde mer i 2-stegskopplingen vid stora tappningar. Där emot var det överraskande att returtemperaturen på primärsidan låg högre i 2-stegsfallet vid små varmvattentappningar. Förklaringen visade sig vara en olämplig inkoppling av VVC-flödet.

Vid mätningarna identifierades och åtgärdades också en oändamålsenlig, ständig on/off-drift hos hetvattenkretsen vid låg belastning.

Med hjälp av en mikroprocessor-baserad reglercentral för radiatorkretsen undersöktes olika stora nattsänkningar och morgonanvärmningar. Även om den föreliggande abonmentcentralen är i gott skick (värmeöverföringsytorna troligen ej särskilt försmutsade) uppträdde stora toppar i fjärrvärmeflödet vid morgonanvärmning.

Under mätserien uppträdde tidvis problem med tillförlitligheten hos magnetisk-induktiva flödesmätare, delvis beroende på driftförutsättningar avvikande från de som gäller vid normal flödesmätardrift för värmedebitering. Med hjälp av värmebalanser visas att mätresultaten ändå är ganska trovärdiga.

## 3 Inledning

### 3.1 Bakgrund och syfte

Fältmätningar har utförts på en fjärrvärmeabonmentcentral belägen i ett flervåningshus. Mätningarna har genomförts i samarbete med Malmö Energiverk. Centralen är modifierad så att den är omkopplingsbar mellan 2-stegskoppling och parallellkoppling. *Syftet* har varit att genom registrering av utvalda temperaturer och flöden i centralen kunna bedöma centralens status vid olika belastningar (speciellt i samband med nattsänkning av radiatortemperaturen) och kopplingsprinciper. När det gäller flödes- och temperaturmätare valdes sådana givare som används för värmedebitering i mindre svenska abonnentcentraler. För diskussion av kopplingsprinciperna hänvisas till en separat rapport BFR R68:1987.

### 3.2 Allmän beskrivning av centralens placering

Den undersökta abonnentcentralen är lokaliserad i en MKB-ägd fastighet i kvarter "Barberaren", Cedergatan 7 i Malmö. Fastigheten består av 21 lägenheter med bad. Lägenheterna försörjs med varmvatten och värme. Det finns även ett torkrum med varmluftsfläkt placerad intill tvättstugan och nära själva centralen i fastighetens källare. Rummets varmluftaggregat försörjs med värme genom hetvatten från centralen.

## 4 Teknisk beskrivning av centralen

### 4.1 Allmänt

Centralen består av en radiatorkrets, en hetvattenkrets, och en varmvattenkrets (se fig. 1 och 2). Alla värmeväxlare i kretsarna är plattvärmeväxlare av fabrikat Alfa-Laval/ Zander&Ingeström. All reglerutrustning med tillhörande styrventiler är av fabrikat Tour&Andersson.

En förbikoppling som gav möjlighet att leda primärvattnet från växlarna i radiator- och hetvattenkretsen förbi förvärmaren i tappvarmvattenkretsen inbyggdes före mätningarnas början. Därmed kunde man välja centralens koppling (2-steps eller parallell).

### 4.2 Hetvattenkretsen

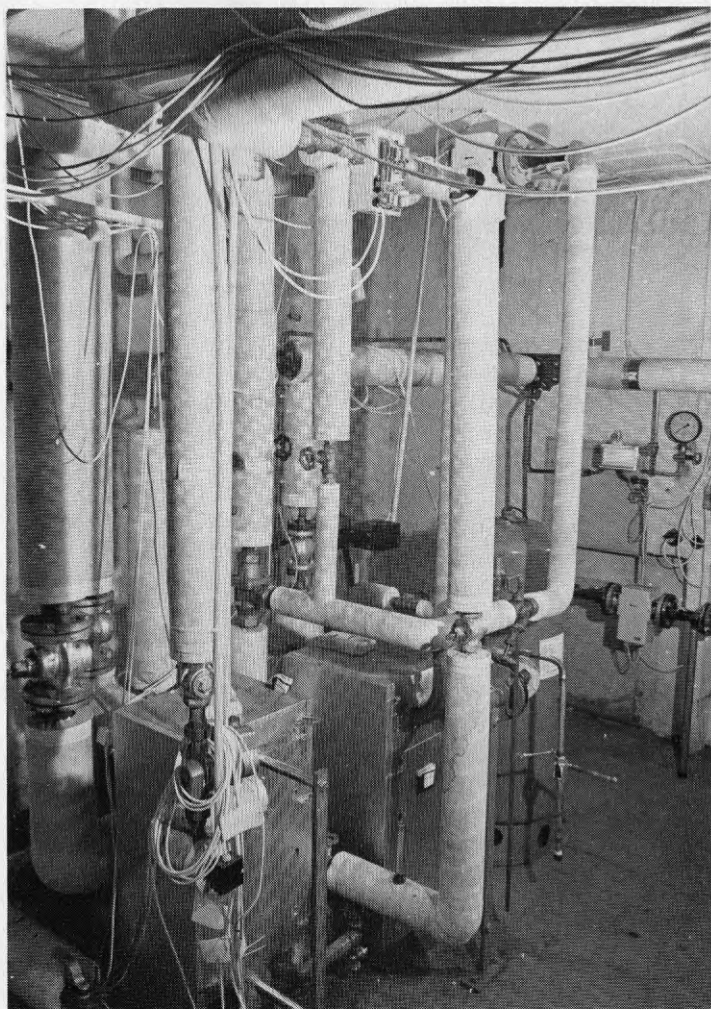
I *hetvattenkretsen* (H) ingår det en värmeväxlare om 5 plattor, en styrventil med reglerutrustning på primärsidan samt en cirkulationspump (Flygt) och en magnetventil (Danfoss) kombinerad med en strypventil (nålventil) på sekundärsidan. Kretsen är dimensionerad för 11kW värmeeffekt vid förväntad hetvattentemperatur på 65°C.

### 4.3 Radiatorkretsen

I *radiatorkretsen* (R) ingår det en värmeväxlare om 22 plattor, en styrventil på primärsidan och två cirkulationspumpar (Vadstena) på sekundärsidan kopplade till en reglercentral samt ett expansionskärl (Pneumatex) med säkerhetsventil. Dimensionerande effekt är 100kW vid beräknad avkylning av primärvattnet 120/65°C och uppvärmning av radiatorvattnet 60/80°C (tryckfall över växlaren: 0.5mvp på primär- och 0.8mvp på radiatorsidan). Radiator- och hetvattenkretsens växlare är kopplade ihop till en fysisk enhet om totalt 27 plattor.

### 4.4 Varmvattenkretsen

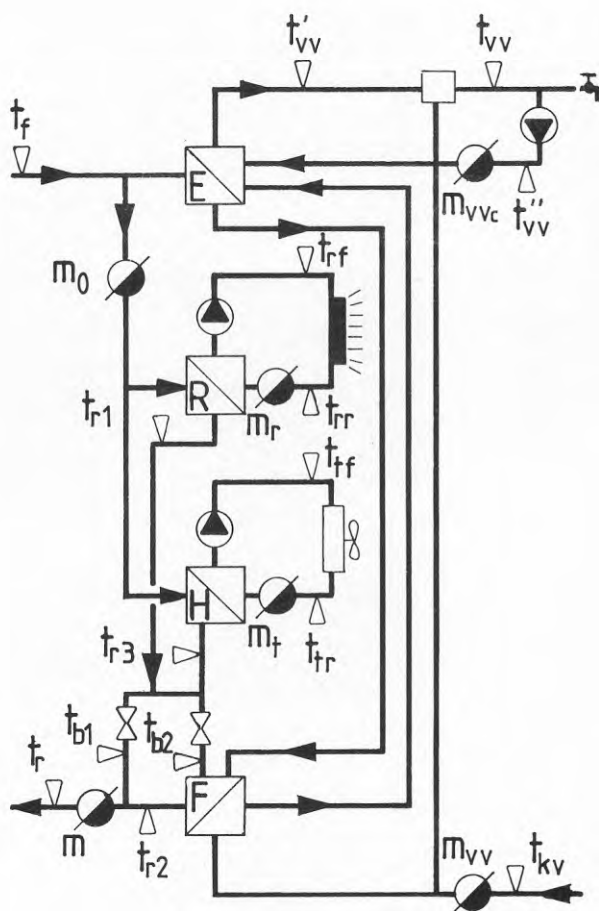
*Varmvattenkretsen* (VV) är uppbyggd enligt 2-stepsprincipen med varmvattencirkulation och är dimensionerad för ca 290kW värmeeffekt vid beräknad primärvattenavkylning 75/20°C och tappvarmvattenuppvärmning 5/55°C (vid sannolikt tappvarmvattenflöde 1.4l/s och tryckfall 0.25 bar). Två värmeväxlare, en förvärmare (F) om 24 plattor och en eftervärmare (E) om 16 plattor, finns och utgör en fysisk enhet om



Figur 1: Foto av mätobjektet

*I förgrunden ses de båda plattvärmväxlarpaketen. Rörledningarna som ses till höger i bilden på väggen i bakgrunden är inkommande fjärrvärme (överst) och fjärrvärmeretur (med inbyggd flödesmätare).*

totalt 40 plattor. En VVC-pump (Loewe-Silora) och en självverkande termostatventil (Irgumatic) på sekundärsidan samt en styrventil med reglerutrustning på primärsidan finns intill eftervärmaren.



Figur 2: Kopplingsschema för abonnentcentralen på Cedergatan

## 5 Installerad reglerutrustning

### 5.1 Hetvattenkrets

I *hetvattenkretsen* styrs sekundärvattnets temperatur (fram till torkrummet) av en PI-regulator (TA 209W). Börvärdet för temperaturen ställs in med hjälp av en ratt på regulatorns hölje. En magnetventil finns installerad intill varmluftsfläkten med uppgift att, i kombination med en nålventil, kraftigt strypa cirkulationsflödet under tiden då fläkten är avstängd. Vid strypning passerar flödet enbart nålventilen som är monterad parallellt med magnetventilen.

I mätningarnas andra etapp har regulatorn modifierats med hjälp av ett enkelt relä så att börvärdet för temperaturen temporärt sätts ner till ett minimivärde (cirka  $20^{\circ}\text{C}$ ) så fort värmefläkten i torkrummet stängs av. Detta i syfte att minska slitaget på kretsens styrventil, samt för att eliminera störningar vid registrering av primärvattnets totala returtemperatur och flöde (se Bilaga 5).

### 5.2 Radiatorkrets

*Radiatorkretsens* reglercentral (TA 210U + 2 st. TA 315 - 5) med tidur (Sauter) styr framledningstemperaturen i sekundärkretsen (vatten till radiatorer) beroende på utomhustemperaturens värde och enligt en fastställd reglerkurva. Nattsänkning av framledningstemperaturen tillämpas och tidpunkter för nattsänkingsperiodens början och slut kan väljas godtyckligt i 210U-centralen. Kretsens cirkulationspump stängs av om utomhustemperaturen överskrider ett visst värde. Två olika värden kan ställas in med hjälp av 315-5-modulerna, ett som gäller generellt (här: ca  $12^{\circ}\text{C}$ ) och ett som enbart gäller nattetid (här: ca  $6^{\circ}\text{C}$ ).

Från och med mätningarnas andra etapp har 210U-centralen bytts ut mot en annan, TA 240U (av samma fabrikat men med mikroprocessorteknik istället för analog teknik). Den nya centralen medgav möjligheten att införa kvällssänkning och/eller morgonhöjning av framledningstemperaturen i sekundärkretsen i anslutning till nattsänkingsperiodens början respektive slut.

### 5.3 Varmvattenkrets

*Tappvarmvattnets temperatur* styrs p s s som i hetvattenkretsen (PI-

regulator med manuell börvärdesinställning). Som en säkerhetsåtgärd finns det en självverkande blandningsventil (skållningsventil) som träder i funktion om varmvattnets temperatur skulle överskrida en förinställd temperatur ( $60^{\circ}\text{C}$ ). Det övervärmda varmvattnet spädes då med kallvatten.



## 6 Mät- och datainsamlingsutrustning

### 6.1 Givare

Centralen har utrustats med utanpåliggande *temperaturgivare* (ICM, av Pt100 typen), *flödesmätare* (Clorius, induktiva) samt en *differensstryckgivare* (NAF, piezoelektrisk). Efter alla kompletteringar uppgick antalet installerade givare till: 18 temperaturgivare, 1 differensstryckgivare samt 6 flödesmätare. I vissa fall tillämpades multipel mätning av temperaturer. Samtliga givare tillhör och installerades av Malmö Energiverk. Före installationen kalibrerades samtliga givare enligt Energiverkets standardanvisningar som gäller för debiteringsutrustning. Bl a parades temperaturgivare avsedda för differensstemperaturmätning ihop.

Efter den första mätetappens erfarenheter kopplades flödesmätarna om så att man istället för att registrera s k långsamma pulser (en puls skickades så fort en viss bestämd volym vätska passerat mätaren) gick över till s k snabba pulser (ett snabbt, högfrekvent pulståg skickas en gång per sekund varvid antalet pulser i tåget motsvarar den volym vätska som i genomsnitt passerat mätaren under en del av sekunden). Uttryckt i volym per puls innebar detta 12 500 gånger bättre upplösning.

### 6.2 Mätdatainsamling

Datainsamlingen sköttes av en inhyrd *datalogger* (Schlumberger) kapabel att direkt ta hand om samtliga tillgängliga givare och att vid behov omvandla mätvärdena och lagra dessa på kassettband (lagringskapacitet upp till 50 000 mätvärden). Värdena avlästes en gång per 2-3 minuter vilket väsentligt överstiger givarnas tidskonstanter (90%-värde) som uppskattas vara från några sekunder för en induktiv flödesmätare till 30-40 sekunder för en utanpåliggande Pt100 temperaturgivare (inklusive rörväggens inverkan). För tekniska data om givarna hänvisas till Bilaga 4.

I mätningarnas andra etapp infördes selektiv lagring (enbart värden som på ett signifikant sätt ändrades jämfört med föregående avläsningspass sparades, detta i syfte att kunna förlänga mätpass) samt samplingstid 101 sekunder (i samband med omställning av loggern till registrering av de snabba pulserna).

För att kontrollera de i dataloggern lagrade mätvärdenas riktighet kontrollerades enstaka mätpunkter med hjälp av en frekvensmätare (för flödesgivare) eller en resistansmätare (för temperaturgivare). Vissa grup-

per av temperaturer registrerades periodiskt med hjälp av en tolvpunkts-skrivare på en pappersremsa (parallellt med registrering i loggern).

Fullständig mätpunktförteckning presenteras i Bilaga 1.

## 7 Datainsamling (genomförandet)

### 7.1 Datalagring och analys

Datainsamlingen utfördes under två etapper (mars 1984, samt november 1984-januari 1985, se också Bilaga 2).

Mätvärdena lagrades på *kassettband*, varvid kassetterna normalt måste bytas vartannat dygn. Efter 1-2 veckors datainsamlingsperiod måste dataloggern anslutas till en *minidator* (VAX 11/780) för överföring av alla de inspelade kassetternas innehåll till minidatorns sekundärminne (dataloggerns uppgift var här lik en bandspelares).

I samband med bandbyten gjordes omkopplingar mellan parallell- och 2-stegskoppling, ändringar av cirkulationsflödet i varmvattenkretsen eller (i radiatorkretsens reglercentral) ändringar av parametrar som bestämde kvällssänkningarnas och morgonhöjningarnas karaktär.

Erfarenheter från mätningarna visar att det vore önskvärt att kunna disponera över en lämplig kassettbandspelare för att kunna undvika avbrott i datainsamlingen. Den använda dataloggern kunde inte samla in data och spela av kassetter samtidigt, vilket var en brist.

En annan lösning vore att överföra mätresultat direkt från loggern till en mikrodator (PC), utan mellanlagring på kassettband. Mikrodatoren bör i så fall ha stor lagringskapacitet (minst 10 Mbyte, Winchester-disk) och bör kunna fjärrkontrolleras via telenätet.

Resultatanalysen utfördes på Institutionen för värme- och kraftteknik efter det att alla mätresultat överförts till Maskintekniks vid LTH minidator samt ritats i *diagram*, dygnsvis. Energiförbrukningen som funktion av tid och överförda effekter för centralens alla kretsar beräknades och plottades. Enstaka dygn valdes ut för vidare analys.

## 7.2 Mätproblem

### 7.2.1 Temperaturmätning

Temperaturgivare var anslutna med 2-trådig ledning varför man inte direkt kunnat kompensera för *ledningens resistans* (4-trådsmätning). Alla sladdar hade dock samma längd (mellan givare och datalogger), förutom utomhustemperaturgivarens där sladdlängden var den dubbla. Vid känd resistans i ledningarna kunde de registrerade temperaturvärdena korrigeras efterhand (se kommentar i Bilaga 1).

Som tidigare nämnts hade givare som skulle ge temperaturdifferenser för beräkning av värmemängder överförda i växlarna parats ihop för bästa överensstämmelse mellan givarnas resistansberoende av temperaturen.

### 7.2.2 Flödesmätning

Kallvattenmätaren uppvisade periodvis för *lågt flöde* (troligen elektronikfel). Dessemellan fungerade den korrekt, vilket bidrog till att försvåra upptäckten av felfunktionen.

De stora flödesmätare (T30) visade sig, i det aktuella utförandet, generera brus parallellt med snabbpulssignalen. Bruset inverkade tydligt på mätresultaten vid låga flöden (under c:a 5% av det för mätaren maximalt tillåtna). Tillverkaren har sedan förbättrat mätaren på denna punkt.

Ett *instabilt arbetssätt* hos styrventilen i hetvattenkretsen störde den registrerade bilden av fjärrvärmevattnets totala returtemperatur och flöde i mätningarnas första etapp. Instabiliteten åtgärdades såsom angivet i Bilaga 5.

Även styrventilen i varmvattenkretsen visade tidvis ett instabilt beteende, dock i mycket mindre grad, varför denna störning inte åtgärdades. Störningen berodde möjligen på felfunktion i ventilens lägesgivare (en potentiometer) eller på missanpassning av hela reglerkretsen vid små belastningar.

## 8 Presentation av utvalda mätresultat

### 8.1 Allmänt

I detta avsnitt presenteras och kommenteras diagram innehållande mätdata för utvalda dygn. Följande förkortningar används:

- RV - radiatorvatten
- HV - hetvatten
- VV - tappvarmvatten

Några av observationerna i kurvmaterialiet kan omedelbart förklaras, medan man i andra fall måste kombinera med annan teknisk information om abonnentcentralen än den som framgår av det förenklade kopplingschema som visas i anslutning till figurerna. T ex är det av betydelse att observera att de fyra värmeväxlarna två och två är sammanbyggda i gemensamma stativ. Vissa temperaturförlopp kan nämligen endast förklaras med intern värmeledning i abonnentcentralen.

### 8.2 Dygn 841124

**Figur 3** visar primärvattnets temperatur före och efter centralen samt utomhustemperaturen.

- Utomhustemperaturen ligger stabilt på cirka  $10^{\circ}\text{C}$ . Framlednings-temperaturen är fram till kl 6 drygt  $5^{\circ}\text{C}$  lägre än under dygnet i övrigt vilket beror på värmeförluster vid lågt flöde (jämför det totala primärflödet i figur 6). Samma fenomen uppstår kortvarigt omkring kl 21.
- Den totala returtemperaturen mäts, vid 2-stegskoppling, på 2 ställen. Skillnaden mellan de uppmätta värdena nattetid och omkring kl 21 förklaras också här med värmeförluster och/eller skiktning i ledningen vid lågt flöde. Kraftiga, relativt kortvariga returtemperaturfall ner till  $25^{\circ}\text{C}$  under dag- och kvällstid orsakas av VV-tappningar. Allt primärvatten kyls då ner i förvärmareväxlaren.

I figur 4 visas övriga temperaturer i RV-kretsen samt primärflöde till RV- och HV-kretsen. Flödesbilden visar:

- instabil (on/off) reglering av HV-krets på tomgång.

- kraftig topp i primärflödet vid morgonanvärmning (c:a kl 6).
- minskad instabilitet kl 6–8. Svängningar orsakade av HV-kretsen överlagras på det stabila flödet från RV-kretsen.
- stabilt flöde kl 8 – 21 då HV-kretsen det aktuella dygnet är aktiv nästan utan avbrott.
- efter kl 21 mindre instabilitet än vid föregående natts temperatursänkning då RV-kretsen nu är hårdare belastad.

En jämförelse av RV-kretsens sekundära temperaturer och primärreturflöde kl 0–6 och efter kl 21 pekar på att kretsens cirkulationspump var stoppad under den förstnämnda perioden (stor avkylning av radiatorvattnet, mycket liten effekt överförd) men inte under den andra (mindre avkylning, returflödet c:a 50% av det som registrerats under dagtid). Detta i överensstämmelse med funktioner inprogrammerade i kretsens reglerautomatik (se avsnitt 5) och i samband med minskning av utomhus-temperaturen kvällstid. Tyvärr registrerades RV-cirkulationsflödet först från och med den 30/11 varför hypotesen ovan inte kan verifieras.

Av figur 5 framgår att den totala returtemperaturen är minst  $10^{\circ}\text{C}$  högre än returtemperaturen från RV-kretsen och förefaller vara starkt kopplad till VVC-vattnets temperatur, vilket är anmärkningsvärt. Fenomenet förklaras längre fram i texten (avsnitt 8.4). Observera att spikar i kallvattenflödet motsvarar VV-tappningar och avspeglar de tidigare diskuterade kortvariga temperaturfallen hos det primära returvattnet (figur 3).

Temperaturförlusten för VVC-vattnet kan fastställas till c:a  $3^{\circ}\text{C}$ . Det i kallvattenledningen nattetid stillastående vattnets temperatur ökar till över  $20^{\circ}\text{C}$  men sjunker till c:a  $13^{\circ}\text{C}$  så fort varmvattentappningarna börjar.

Figur 6 visar totalt primärt returflöde till fjärrvärmenätet. Flödets ständiga variationer är huvudsakligen förorsakade av motorventilernas rörelser. Flödet skall vid varje tidpunkt vara större än primärflödet från RV- och HV-kretsen. Skillnaden mellan flödena motsvarar returflödet från VV-kretsen (enbart från eftervärmaren vid 2-stegskoppling).

Figur 7 visar en samlad bild av primära returtemperaturer. Man konstaterar en påtaglig överensstämmelse mellan VVC- och totalreturtemperaturen utom vid större VV-tappningar. Övervärmning av HV-

växlaren vid on/off-reglering nattetid märks tydligt (kl 0–6). Att övervärmningen minskar efter det att RV-kretsens cirkulationspump startats kan förklaras med intern värmeledning mellan kretsarna.

**Figur 8** visar närmare förloppet i HV-kretsen samt blandningstemperaturen för HV- och RV-kretsens primärretur. Avkyllningen av det sekundära flödet i HV-kretsen är liten (från 70 till 65°C) vid inkopplad torkrumsfläkt. När fläkten stängs av beror de sekundära temperaturerna enbart på värmeledning (p g a igensatt strypventil stoppas vatten-cirkulationen helt). Se förklaring av kretsens funktion i Bilaga 5.

### 8.3 Dygn 841230

Mätdata för dygn 841230 presenteras i figur 9 – 14 i samma tematiska ordning som för det föregående dygnet. Annorlunda temperatur- och flödesförlopp än dygn 841124 beror huvudsakligen på:

- utbyte av reglercentral för RV-kretsen
- modifiering av HV-kretsen för stabil drift (enligt Bilaga 5)
- omkoppling av centralen till parallellkoppling under större delen av dygnet.

**Figur 9** (jämförs med figur 3):

- c:a 8°C lägre utomhustemperatur medför högre radiatorlast och kontinuerlig drift av radiatorkretsens cirkulationspump.
- klar skillnad mellan primära returtemperaturer från VV-kretsen (efter förvärmaren) och RV/HV-kretsen vid parallellkoppling.
- då HV-kretsen inte är i funktion, ligger totalreturtemperaturen vid liten/ingen VV-tappning förvånansvärt nog högre vid 2-steg (efter c:a kl. 18.30) än vid parallellkoppling (jämförbart fall c:a kl. 7 – 16).

**Figur 10** (jämförs med figur 4):

- Stabil reglering
- Hetvattenkretsen inkopplad under kortare tid (kl. 16 – 18)
- Effekt av såväl morgonhöjning som kvällssänkning (se även figur 15 – 16)

**Figur 11:**

- Likartat förlopp som i figur 5

**Figur 12** (jämförs med figur 6):

- Det totala primärflödet varierar vid VV-tappningar betydligt snabbare än primärflödet till RV och HV-kretsen (figur 10). På grund av VVC-kretsens värmebehov går primärflödet inte ner till noll, då morgonanvärmningen slutar strax efter kl. 6.

**Figur 13** (jämförs med figur 7):

- I motsats till vad som tidigare iakttagits följer totalreturtemperaturen den primära returtemperaturen från RV-kretsen helt enligt vad som kan förväntas (dagtid, HV-krets avstängd). Detta gäller dock bara så länge centralen är parallellkopplad (!). Jämför kommentar till figur 17 – 20.
- Temperaturerna i hetvattenkretsen ligger nu stabilt även vid tomgång. Detta som resultat av sänkt temperaturbörvärde för HV-framledningstemperaturen ( $20^{\circ}\text{C}$  vid avstängning).

**Figur 14** (jämförs med figur 8):

- Stabila förlopp beroende modifierad hetvattenkrets (se Bilaga 5).

**Figur 15–16:**

- Temperatur- och flödesvariationer kring RV-kretsen i samband med kvälls- och nattsänkning samt morgonhöjning av radiatortemperaturen kommenteras med text i figurerna.

## 8.4 VVC-flödets inflytande på primära returtemperaturer

VVC-flödet i centralen är relativt stort,  $0.30 - 0.34\text{l/s}$  i jämförelse med dimensionerande varmvattenflöde  $1.4\text{l/s}$ . I figur 17 – 20 visas inverkan av sänkning av VVC-flödet på den primära returtemperaturen till fjärrvärmenätet. Sänkningen kombineras med ändring av centralens koppling.

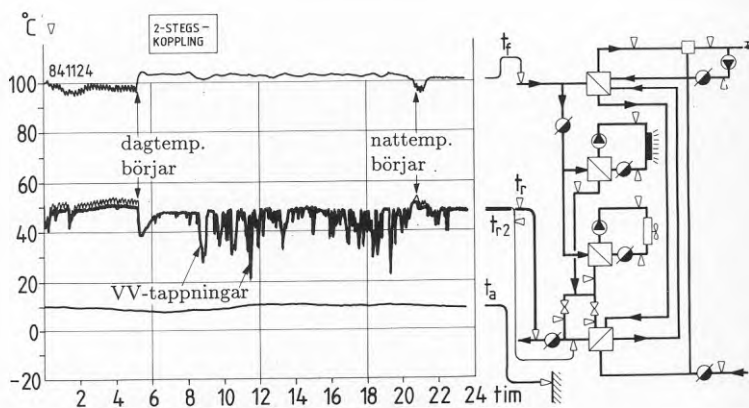


**Figur 17–18:**

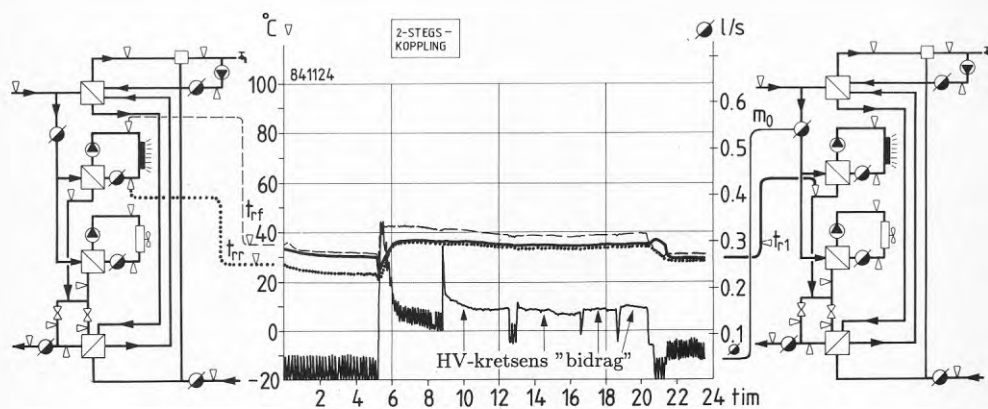
- Två dygn jämföres. Litet VVC-flöde ger större avkylning av det cirkulerande vattnet och medför att variationer i den primära returtemperaturen från RV/HV-kretsen återspeglas direkt i den totala returtemperaturens variationer. Eventuella tappningar ger kraftigare tillfälliga avkylningar ev det primära returvattnet vid 2-stegskoppling.
- Stort VVC-flöde inverkar inte nämnvärt på den totala returtemperaturen vid parallellkoppling. Däremot höjs temperaturen till VVC-temperaturnivån vid 2-stegskoppling. Detta kan förklaras med olämplig inkoppling av VVC-kretsen där en backventil saknas (se figur 18) så att en del av det återvändande VVC-vattnet passerar förvärmavväxlaren och *värmer upp* RV/HV-kretsens retur. Fenomenet gör sig gällande så länge RV/HV-kretsens returtemperatur är lägre än VVC-temperaturen (här c:a 50°C).

**Figur 19–20:**

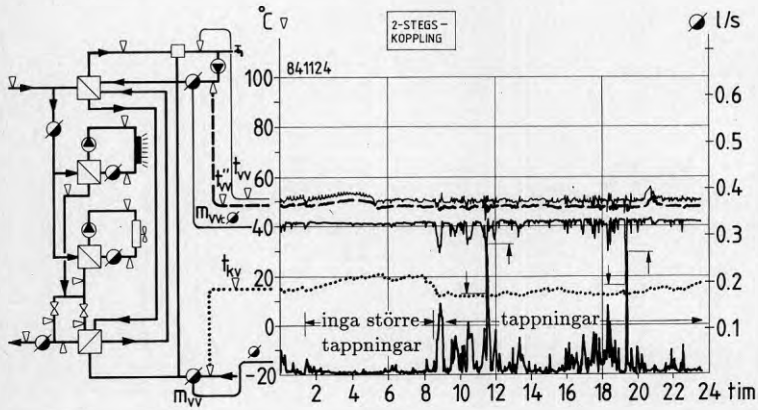
- Två andra dygn jämföres. Det visas att även ett litet VVC-flöde höjer den totala returtemperaturen nattetid vid 2-stegskoppling. Förklaringen är som ovan.
- Stabil returtemperatur från HV-kretsen vid alla laster kan konstateras i båda figurerna (liksom i figur 17 – 18).



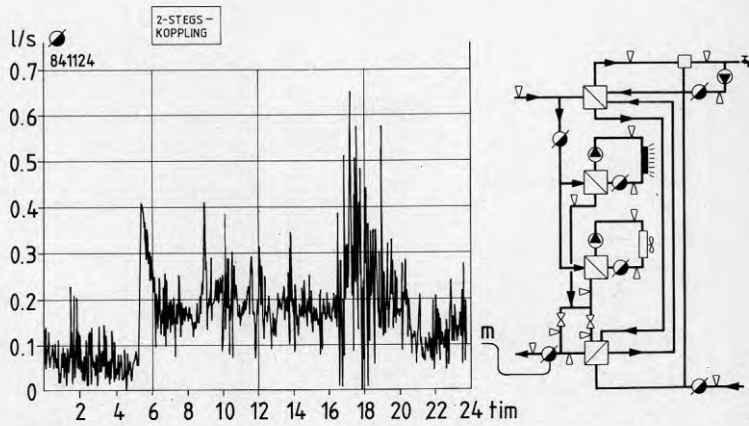
Figur 3: Dygn 841124, primära temperaturer



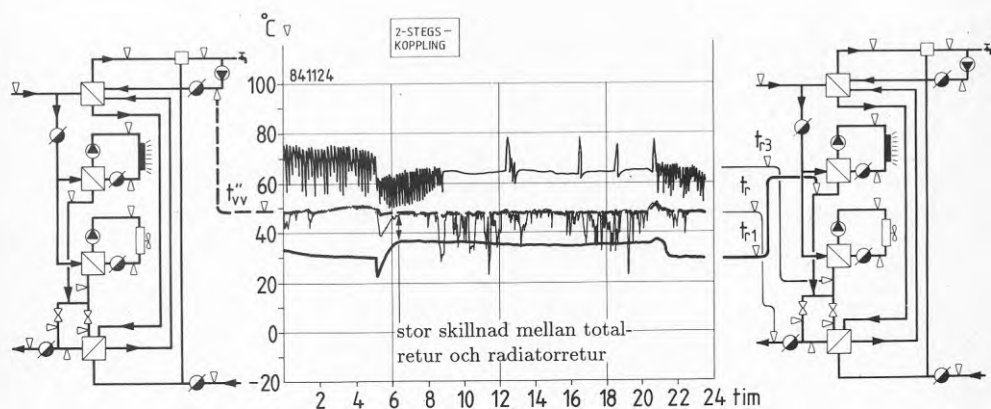
Figur 4: Dygn 841124, radiatorkretsen



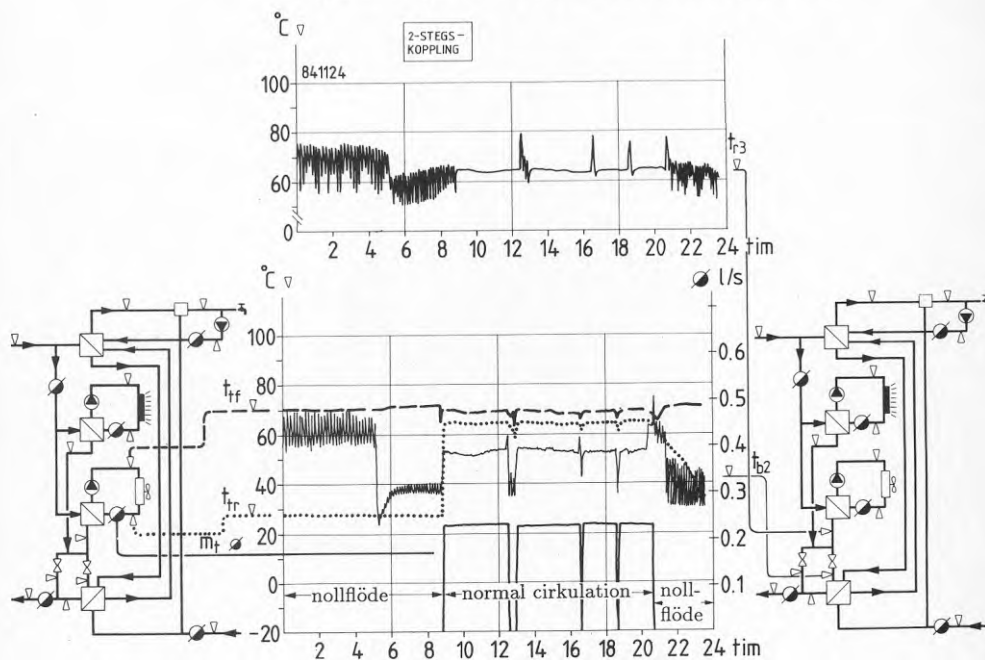
Figur 5: Dygn 841124, varmvattenkretsen



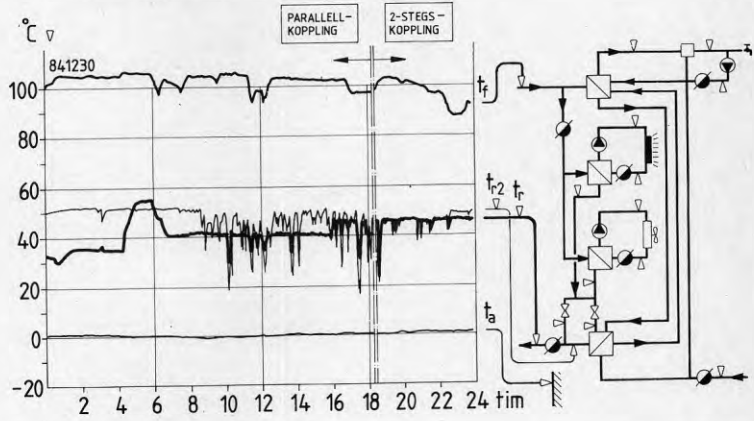
Figur 6: Dygn 841124, totalt returflöde



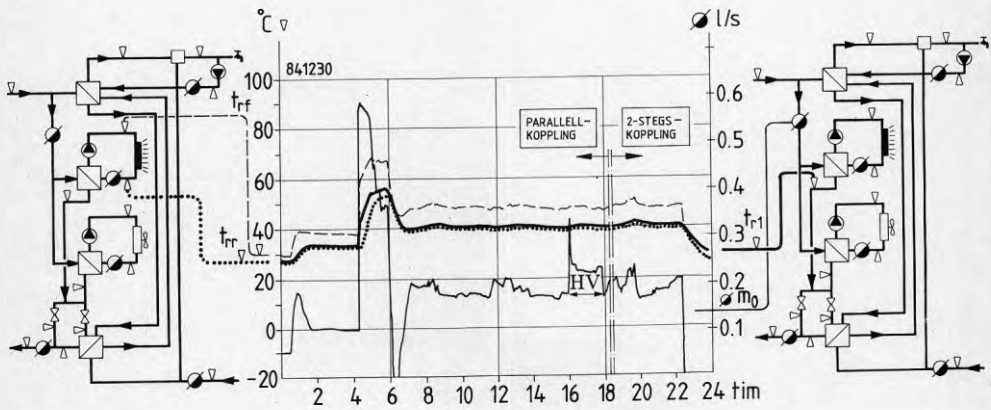
Figur 7: Dygn 841124, primära returtemperaturer



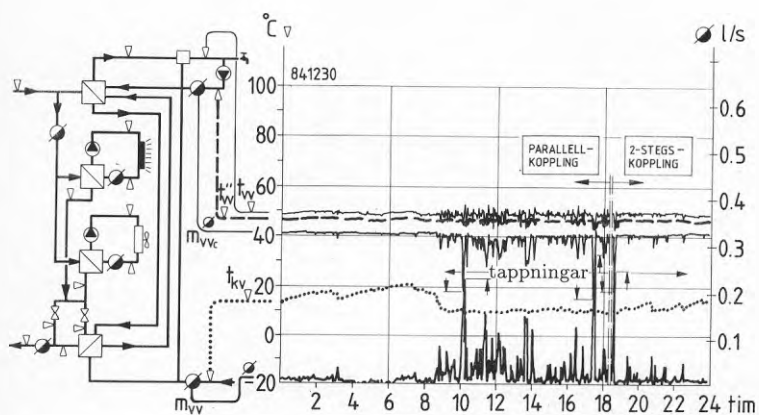
Figur 8: Dygn 841124, hetvattenkretsen



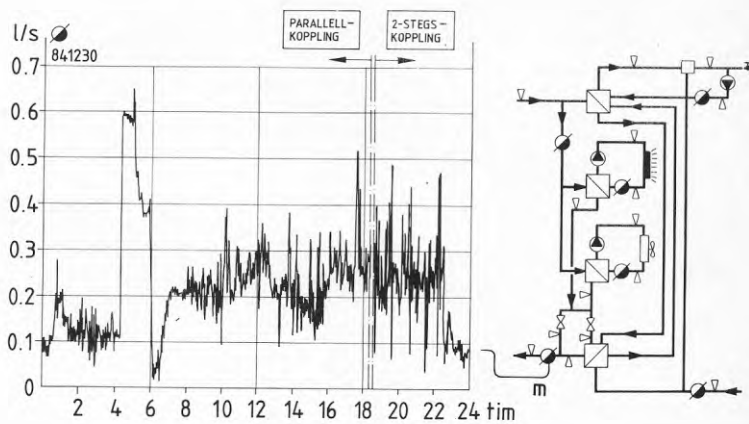
Figur 9: Dygn 841230, primära temperaturer



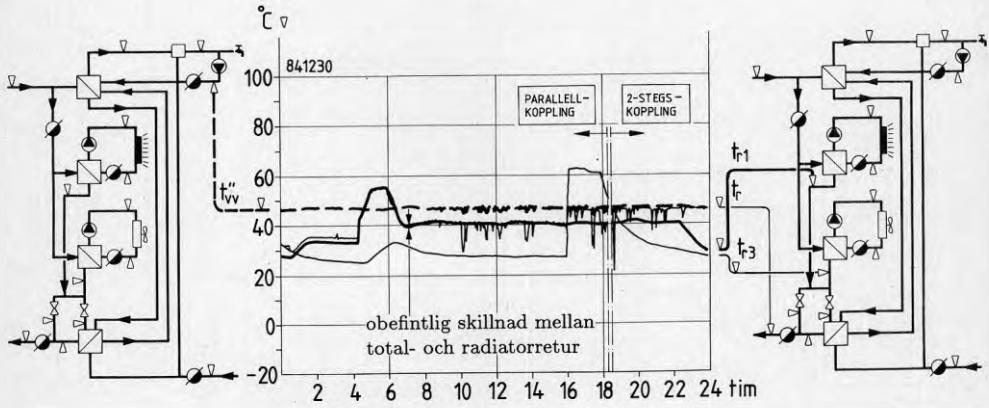
Figur 10: Dygn 841230, radiator kretsen



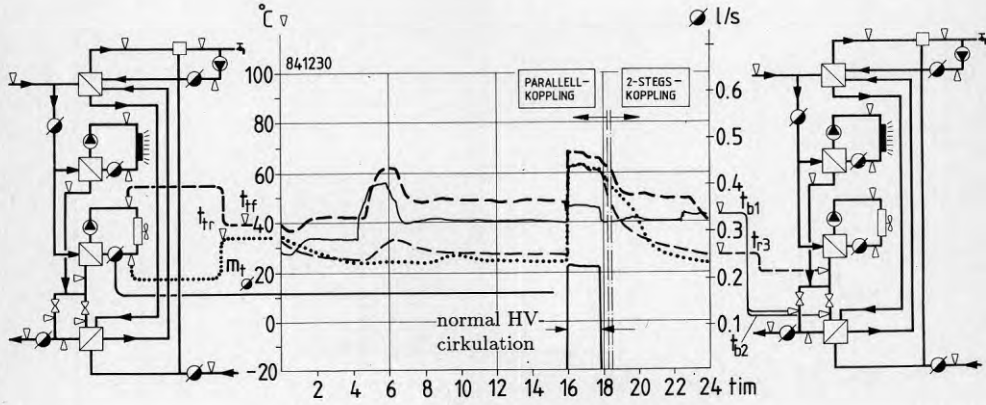
Figur 11: Dygn 841230, varmvattenkretsen



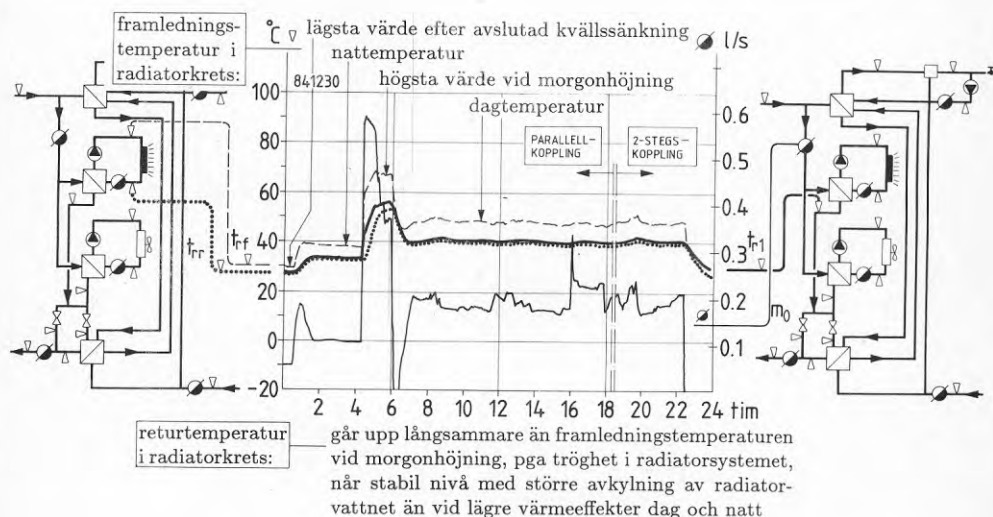
Figur 12: Dygn 841230, totalt returflöde



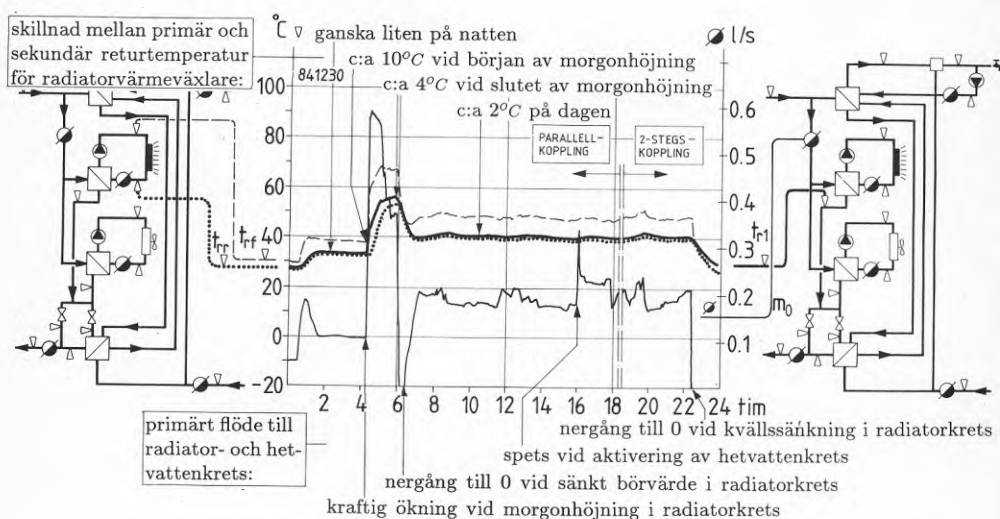
Figur 13: Dygn 841230, primära returtemperaturer



Figur 14: Dygn 841230, hetvattenkretsen

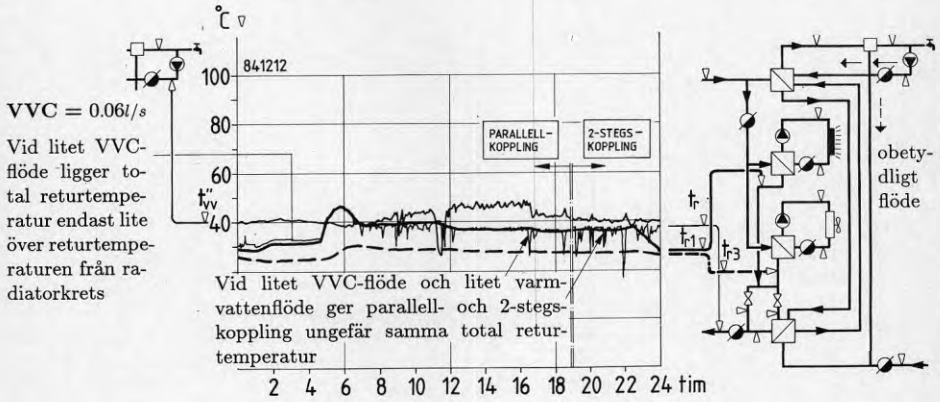


Figur 15: Dygn 841230, temperaturprogram i radiatorkretsen

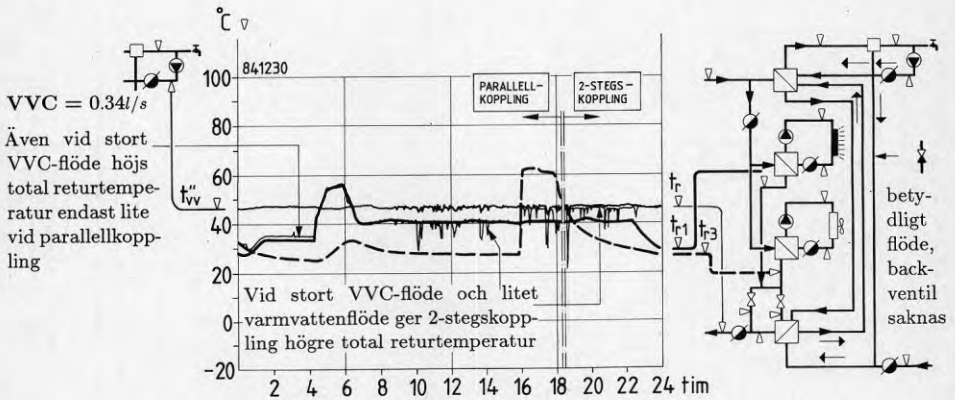


Figur 16: Dygn 841230, temperaturförlopp vid temperaturprogram i radiatorkretsen

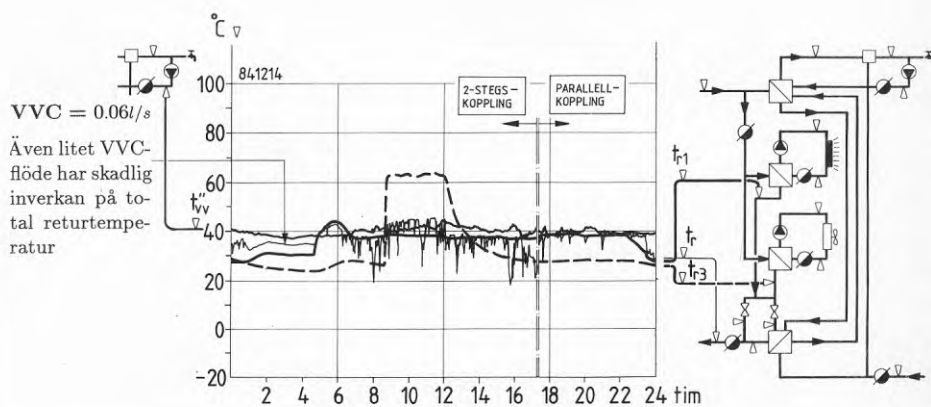




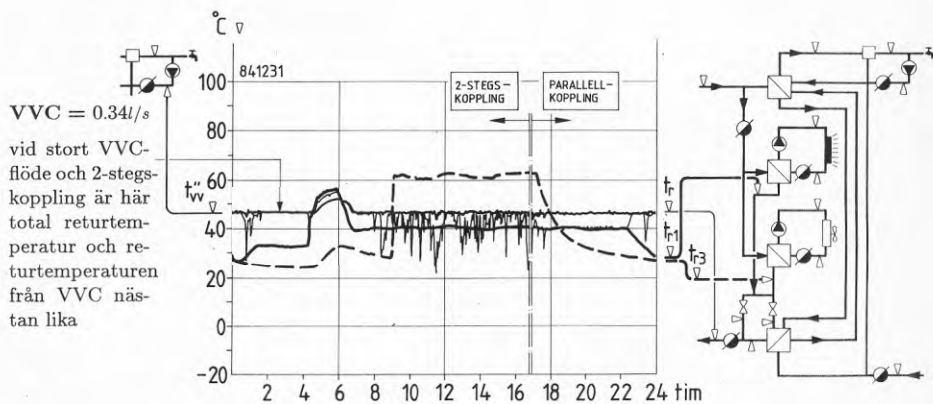
Figur 17: Dygn 841212, Inverkan av VVC-flödet på returtemperaturen



Figur 18: Dygn 841230, Inverkan av VVC-flödet på returtemperaturen



Figur 19: Dygn 841214, Inverkan av VVC-flödet på returtemperaturen



Figur 20: Dygn 841231, Inverkan av VVC-flödet på returtemperaturen

## 9 Effekt- och energibalanser

### 9.1 Allmänt

För att bedöma säkerheten i mätresultat vid temperatur- och flödesmätning är det lämpligt att genomföra en energibalansräkning.

I abonnentcentralsammanhanget är det naturligt att i första steg beräkna de av fjärrvärmevattnet avgivna och av det sekundära vattnet upptagna värmemängder. Den generella beräkningsformeln är:

$$\dot{Q} = \rho * V * c_p * \Delta T$$

där

$\dot{Q}$  - värmeflöde

$\rho$  - vattnets densitet (temperaturberoende)

$V$  - volymflöde genom växlaren

$\Delta T$  - temperaturskillnad före och efter växlaren

$c_p$  - vattnets värmekapacitet (temperaturberoende)

Det beräknade värdet av värmeflödet påverkas av mätnoggrannheten samt, speciellt vid små belastningar, av värmeförluster. Vid stationära förlopp blir beräkningens resultat beroende av mätutrustningens och armaturens tidskonstanter i kombination med placering av respektive mätgivare.

Figur 21 – 24 visar vilka effektberäkningar som görs och vilka mätvärden de baseras på.

### 9.2 Mätnoggrannhet

Mätnoggrannheten påverkar effektberäkningen. Osäkerheten i det beräknade värdet påverkas av osäkerheter i de båda temperaturmätningarna och i flödesmätningen. Dessutom tillkommer osäkerheten i värmekapacitet- och densitetsvärdena, vilka beräknas som tryck- och temperaturberoende storheter. De sistnämnda osäkerheterna är dock minst en storleksordning mindre än de övriga.

Den procentuella osäkerheten i mätvärdena varierar beroende på de absoluta värden som mäts upp. Generellt gäller att osäkerheten ökar med minskande signalnivå.

På grundval av uppgifter om mätgivarna kan man grovt uppskatta att för  $V_{felet} = \pm 2.5\%$  och  $\Delta T_{felet} = \pm 0.4^\circ C$  vid exempelvis  $\Delta T = 10^\circ C$  blir feltoleransen  $\dot{Q}_{felet} = \pm 6.5\%$  (d v s summan av ovan angivna toleranser). Felet kan bli dubbelt så stort vid jämförelse av två på grundval av olika mätvärden beräknade effekter.

### 9.3 Dygnsförlopp

Förlopp för de i centralen under dygn 841230 överförda effekterna kommer att visas som ett exempel. Förlopp under övriga undersökta dygn visar samma tendenser med avseende på mätnoggrannhet som det redovisade dygnet.

**Figur 21** sammanställer effekter överförda i den kombinerade radiator- och hetvattenväxlaren. Den totalt avgivna effekten på primärsidan jämförs med de effekter som tillförts sekundärvattnet i radiator- respektive hetvattenkretsen. Effekten tas huvudsakligen upp av radiatorkretsen medan hetvattenkretsen bara aktiveras vid en tidpunkt ( $16^{00} - 18^{00}$ ).

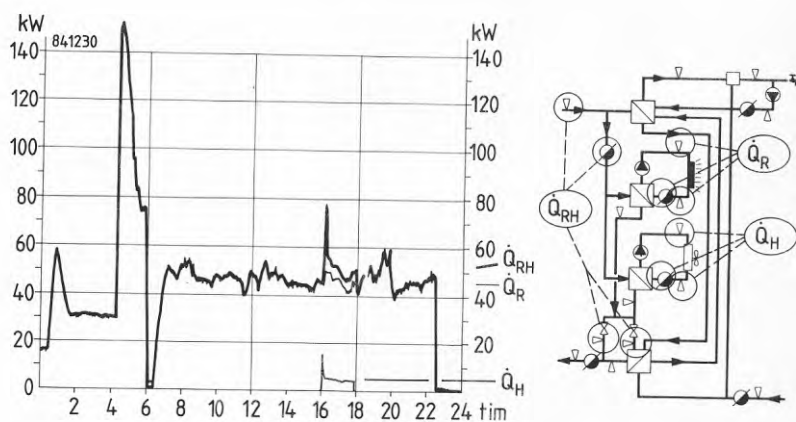
En värmebalansmässigt mycket god överensstämmelse mellan primär- och sekundärsida (2 – 3% avvikelse) kan konstateras. Detta i jämförelse med den teoretiskt möjliga osäkerheten enligt föregående avsnitt och under beaktande av att skillnaden mellan effekterna inte bara beror på mätnoggrannheten utan också på värmeförluster. Den sistnämnda faktorn verkar så att primäreffekten är större än den sekundära.

**Figur 22** visar tappvarmvatteneffekten och **figur 23** varmvatten-cirkulationseffekten.

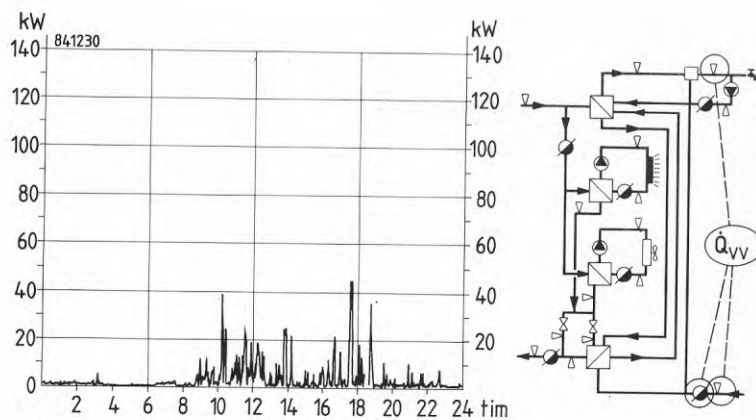
**Figur 24** visar den totala effekten som avgivits av primärvattnet i centralen och den primära effekten som avges i radiator- och hetvattenväxlaren. Totaleffekten varierar kraftigt beroende på brus i signalen från flödesmätaren (jämför avsnitt 5.2.2). Denna effekt bör under alla omständigheter vara högre än summan av de effekter som tas ut i centralen. Att så inte är fallet t ex kl 02 – 04 tyder på felaktig mätning.

Bortsett från brusproblemen skulle felet kunna avhjälpas om man hade tillgång till flödesmätare som bättre passade det aktuella flödesvariationsområdet. Totalflödet mäts här med en flödesmätare som har 10 gånger högre maximalflödeskapacitet än radiator- och hetvattenflödesmätaren.

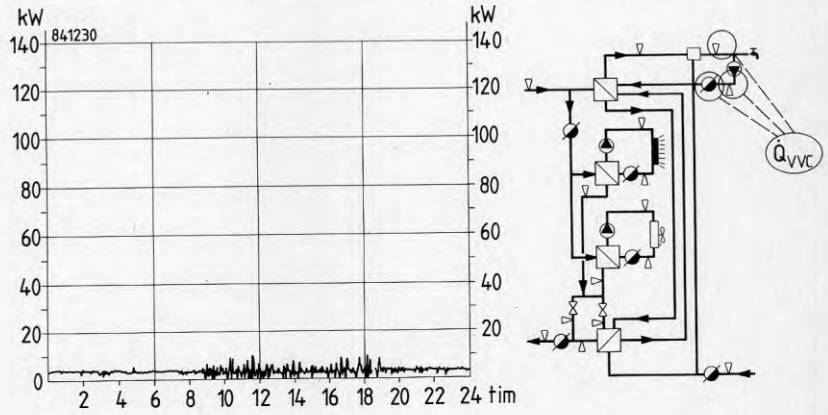
**Figur 25** visar beräknad ackumulerad dygnsenergiförbrukning i centralen. Efter 24 timmar uppgår skillnaden mellan primär energiförbrukning och summan av sekundära förbrukningar till c:a 10%. Skillnaden inkluderar statiska och dynamiska felmätningar samt värmeförluster i centralens alla kretsar.



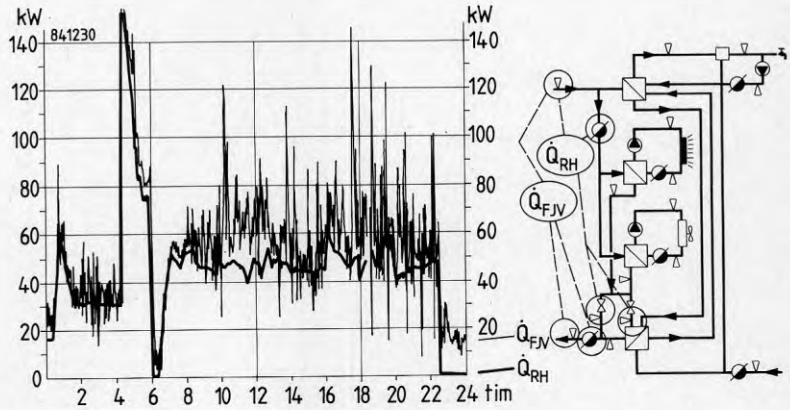
Figur 21: Dagn 841230, effekter överförda till radiator- och hetvat-  
tenkretsen



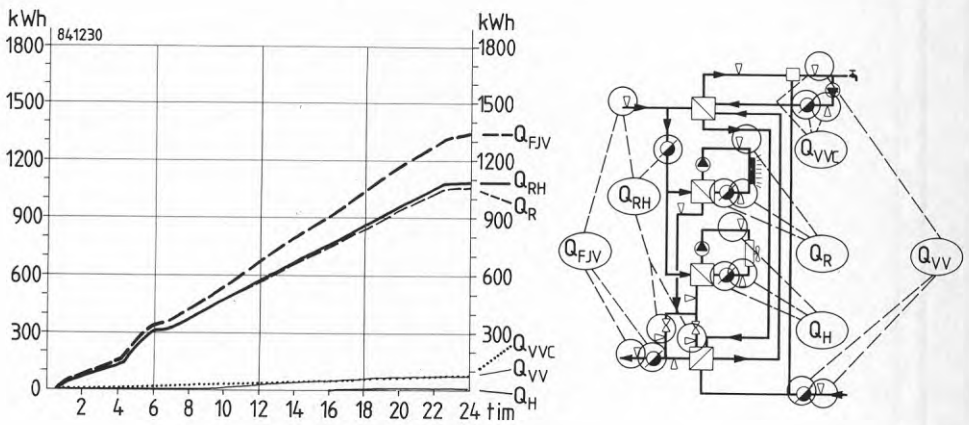
Figur 22: Dagn 841230, effekt överförd till varmvattenkretsen



Figur 23: Dagn 841230, varmvattencirkulationseffekt



Figur 24: Dagn 841230, total primär effekt



Figur 25: Dygn 841230, energiförbrukning i alla kretsar



## BILAGA 1

### Mätpunktförteckning med kommentar

#### FLÖDEN (pulsräkning):

Kanalnr	Mätpunktbeteckning/beskrivning
001	$m_{vvc}$ Varmvattencirkulation
002	$m_o$ Fjärrvärmevatten till radiator/hetvattenväxlaren
003	$m_t$ Hetvattencirkulation
004	$m$ Fjärrvärmevatten, total retur
005	$m_{vv}$ Kallvatten (för varmvattenberedning)
021	$m_r$ Radiatorvattencirkulation

#### TEMPERATURER (Pt100-mätning med omvandling):

Kanalnr	Mätpunktbeteckning/beskrivning
081	$t_f$ Fjärrvärmevatten fram till centralen (1)
083	$t_{r1}$ Fjärrvärmevatten, retur från radiatorväxlaren
085	$t_{r3}$ Fjärrvärmevatten, retur från hetvattenväxlaren
087	$t_{b2}$ Fjärrvärmevatten, total retur från radiator/hetvattenväxlaren (endast vid 2-stegskoppling)
089	$t_{r2}$ Fjärrvärmevatten, retur från varmvattenväxlarna (också total retur från centralen vid 2-stegskoppling)
091	$t_{b1}$ Fjärrvärmevatten, total retur från radiator/hetvattenväxlaren (endast vid parallellkoppling)
093	$t_{vv}$ Varmvatten, efter skållningsventilen (2)
095	$t''_{vv}$ Varmvatten, retur från cirkulationskretsen
097	$t_{rf}$ Radiatorvatten till radiatorer
099	$t_{rr}$ Radiatorvatten, retur
101	$t_{tf}$ Hetvatten till torkrummet
103	$t_{tr}$ Hetvatten, retur
105	$t'_{vv}$ Varmvatten, före skållningsventilen
107	$t_{f2}$ Fjärrvärmevatten fram till centralen (2)
109	$t_r$ Fjärrvärmevatten, total retur (oberoende av koppling)
111	$t_a$ Utomhus
113	$t_{kv}$ Kallvatten
115	$t_{vv1}$ Varmvatten, direkt efter skållningsventilen (1)

**TRYCK (strömmätning):***Kanalnr Mätpunktbeteckning/beskrivning*

120	$\Delta p$	Fjärrvärmevatten, differenstryck mellan fram- och returledningen till abonnentcentralen
-----	------------	---

**Kommentar:**

- Antingen kanal 087 eller 091 används för mätning av fjärrvärmevattentemperaturen efter radiator/hetvattenväxlaren beroende på vilken koppling som används.
- Kanalnumreringen bestäms av dataloggerens modulära uppbyggnad (20 kanalnummer per modul, men det är inte alltid alla nummer utnyttjas).
- För pulsräkning gäller att det finns 5 kanaler per modul. För omvandling av pulserna till flöde i liter per sekund multipliceras det erhållna antalet pulser per sekund med en konstant (1.25 för kanaler 001 – 003 och 12.5 för kanaler 004 – 021 under mätperiod 1 samt 0.0001 och 0.001 respektive under mätperiod 2 och 3).
- För temperaturmätning med Pt100-givare gäller att det finns 10 kanaler per modul, både vid 2-tråds- och 4-tråds-mätning. Mätningen innebär i själva verket en resistansmätning med intern omvandling av det uppmätta värdet till temperatur. Alla givare är anslutna till dataloggern med 2-trådsledningar med längd 15m per ledning (förutom utomhustemperaturgivarens ledning som är 30m lång). Ledningresistans 0.052 $\Omega$ m per meter får kompenseras vid mätvärdesomvandlingen.
- För mätning av ström/spänning finns det 20 kanaler per modul. Differenstrycksignalen mäts som ström 0 – 20mA, där strömmen varierar linjärt med differenstrycket och värdet 20mA motsvarar 7bar (omvandlingskonstant 0.35). Loggern har i det fallet kompletterats med ett externt shuntmotstånd på 100 $\Omega$ m.

## BILAGA 2

### Tidsschema för mätningar på Cedergatan 7, Malmö

#### ETAPP 1 (mars 1984)

Scanningintervall 2-3 minuter.

<i>Band nr</i>	<i>Start Datum Tid</i>	<i>Stopp Datum Tid</i>	<i>Koppling start-stopp</i>	<i>Anmärkning</i>
1	09/03 16.30	12/03 14.23	2-stegs	
2	12/03 16.10	14/03 11.00	parallell	
3	14/03 16.14	16/03 11.34	2-stegs	
4	16/03 12.06	19/03 15.00	parallell	
5	19/03 16.09	22/03 09.14	parallell	
6	22/03 09.15	25/03 15.00	parallell	
7	25/03 15.18	28/03 16.40	2-stegs	
8	28/03 16.45	30/03 10.20	2-stegs	

#### ETAPP 2 (november 1984 - januari 1985)

Obs! Scanning var 101-te sekund. Radiatorkretsens flödesmätare tills vidare ej ansluten.

<i>Band nr</i>	<i>Start Datum Tid</i>	<i>Stopp Datum Tid</i>	<i>Koppling start-stopp</i>	<i>Anmärkning</i>
2	21/11 12.31	23/11 10.20	2-stegs	skrivfel, bandet ej läsbart
3	23/11 12.22	24/11 23.39	2-stegs	bandet fullt
4	25/11 10.45	26/11 10.00	2-stegs	

Banden avspelade. Hetvattenkretsens stabilisering inkopplad ca 9.30

1	26/11 17.57	27/11 21.15	2-stegs	$m_{vvc}$ minskat till ca 0.18 l/s (strypventilen öppen ett varv)
2	27/11 21.20	28/11 15.20	parallell	
3	28/11 15.30	29/11 22.50	parallell	$m_{vvc}$ minskat till ca 0.07 l/s

<i>Band nr</i>	<i>Start Datum Tid</i>	<i>Stopp Datum Tid</i>	<i>Koppling start-stopp</i>	<i>Anmärkning</i>
4	29/11 22.50	30/11 21.25	2-steps	avbrott 29/11 09.59-11.10 för anslutning av radiator- kretsens flödesmätare
5	11/30 21.30	01/12 15.57	parallell	
6	01/12 16.03	02/12 15.55	2-steps	Ändringar under 02/12: 15.08 omkoppling till fast scan (var 11-te sekund) 15.40 parallellkoppling 15.55 vanlig scanning igen
7	02/12 16.00	03/12 09.14	parallell	
Banden avspelade				
1	03/12 20.54	05/12 07.33	2-steps	$m_{vvc}$ ökat igen, opt 44 hittills (inställning rörande nattsänkingsförloppet, TA 240U)
2	05/12 07.41	06/12 19.14	parallell	opt 33 inställd
3	06/12 19.33	07/12 19.40	parallell	opt 22 inställd
4	07/12 19.43	08/12 13.05	2-steps	opt 55 inställd
5	08/12 13.06	09/12 15.45	2-steps	opt 55 inställd
6	09/12 15.54	10/12 10.20	2-steps	opt 46 inställd $m_{vvc}$ minskat till ca 0.06 l/s
Banden avspelade				
1	10/12 18.09	11/12 18.15	parallell	
2	11/12 18.16	12/12 18.52	parallell	
3	12/12 18.54	13/12 19.00	2-steps	
4	13/12 19.01	14/12 17.20	2-steps	
5	14/12 17.21	15/12 16.50	parallell	
6	15/12 16.51	16/12 15.17	parallell	till 2-steps 16/12 14.04
7	16/12 15.26	17/12 19.12	2-steps	
8	17/12 19.15	18/12 18.37	2-steps	
9	18/12 18.41	19/12 20.30	2-steps	
10	19/12 20.33	20/12 10.20	parallell	

<i>Band nr</i>	<i>Start Datum Tid</i>	<i>Stopp Datum Tid</i>	<i>Koppling start-stopp</i>	<i>Anmärkning</i>
11	21/12 10.25	22/12 16.00	parallell	Ändringar under 22/12: 5.13 Omkoppling till 2-stegskoppling 6.13 $m_{vvc}$ minskas från 0.055 till 0.018 l/s 7.13 omkoppling till parallellkoppling 8.13 $m_{vvc}$ ökat till 0.33 l/s 8.51 Omkoppling till 2-stegskoppling
12	22/12 16.05	23/12 09.10	2-steps	Avbrott 9.10-13.00
13	23/12 13.00	24/12 23.00	2-steps	
14	24/12 23.01	26/12 14.13	parallell	
Banden avspelade				
1	28/12 17.42	29/12 12.47	2-steps	
2	29/12 12.47	30/12 18.30	parallell	
3	30/12 18.35	31/12 16.58	2-steps	
4	31.12 17.05	01/01 14.32	parallell	Årsskiftet 1984/1985
5	01/01 14.38	02/01 18.40	2-steps	
6	02/01 18.45	03/01 16.37	parallell	
Obs! Radiatorkretsen överbelastad				
Radiatorvattnets temp.: $t_{rf} = 55^{\circ}C$ (börv.), $t_{rf} = 53^{\circ}C$ (ärv.)				
Utomhustemp.: $t_a = -8^{\circ}C$ (TA), $t_a = -7^{\circ}C$ (manuellt),				
$t_a = -5.5^{\circ}C$ (logger, ej korrigerat)				
Difftryck i FJV-nätet, $\Delta p$ , ca 1 bar, framledningstemp., $t_f$ , ca $100^{\circ}C$				
7	03/01 16.43	04/01 16.39	2-steps	
8	04/01 16.45	05/01 17.10	parallell	
9	05/01 17.11	06/01 14.32	2-steps	
10	06/01 14.40	06/01 16.31	2-steps	16.16 parallell, hela bandet med scanning var 11-te sekund
11	06/01 16.35	07/01 08.50	parallell till 8.26, 8.35	2-steps

## BILAGA 3

### Komponentförteckning med beskrivningar

#### Pumpar:

Radiator-kretsens cirkulationspumpar (2 st.)

Fabrikat: Vadstena-Göta Pump AB

Beteckning: VM-60 FT

Varvtal: 900 rpm

Kapacitet: 2.5 l/s

Tryckhöjd: 2-3 mvp

Hetvattenkretsens cirkulationspump

Fabrikat: Flygt Facilett

Beteckning: V 233 AY-2916

Effekt: 60-96 W

Kapacitet: ca 0.25 l/s

Varmvattenkretsens cirkulationspump

Fabrikat: Loeve-Silora

Beteckning: VD 223 Y

Effekt: 105 W

Kapacitet: ca 0.35 l/s

#### Ventiler:

Termostatventil (skållningsventil) i varmvattenkretsen

Fabrikat: Irgumatic

Beteckning: ND10 $\frac{1}{2}$ , 3350 60°C

Varmvattenkretsens motorventil

Fabrikat: Tour&Andersson

Beteckning: TA STL-20 / NT25

$k_{vs}$ -värde: 2.3 m<sup>3</sup>/h

Drivmotor: M5P 831-410

Gångtid: 80 s/180°

Hetvattenkretsens motorventil

identisk med varmvattenkretsens (se ovan)

**Radiatorketsens motorventil**

Fabrikat: Tour&Andersson  
 Beteckning: TA STL-20 / NT25  
 $k_{vs}$ -värde: 0.53 m<sup>3</sup>/h  
 Drivmotor: M15 831-800  
 Gångtid: 300 s/180°

**Reglercentraler:****Varmvattenketsens reglercentral**

Fabrikat: Tour&Andersson  
 Beteckning: TA 209W  
 Börvärdet: Önskad temperatur inställes med ratt  
 Styrsignal: likspänning 2-10 Volt, kontinuerlig

**Hetvattenketsens reglercentral**

identisk med varmvattenketsens (se ovan)

**Radiatorketsens reglercentral (etapp 1)**

Fabrikat: Tour&Andersson  
 Beteckning: TA 210U  
 Börvärdet: inställd temperatur beror på utomhustemperaturen enligt förvald beroendekurva, periodvis förskjutning av börvärdet (t ex på natten) möjlig  
 Styrsignal: växelspänning 24 Volt, pulser av varierande längd

**Radiatorketsens reglercentral (etapp 2)**

Fabrikat: Tour&Andersson  
 Beteckning: TA 240U  
 Börvärdet: inställd temperatur beror på utomhustemperaturen enligt förvald beroendekurva, flera periodvisa förskjutningar av av börvärdet (t ex nattsänkning, morgonhöjning m m) möjliga  
 Styrsignal: växelspänning 24 Volt, pulser av varierande längd

**Diverse:**

Expansionskär i radiatorkretsen

Fabrikat: Pneumatex

Volym: 200 l

Maximalt tryck: 3 bar



## BILAGA 4

### Mätutrustningsförteckning med beskrivningar

#### Datalogger:

Fabrikat:	Solartron Schlumberger
Beteckning:	Orion 3530 A/D
Tidsupplösning:	högst 1/40s kan användas för medelvärdesbildning (minst 1s vid pulsräkning)
Känslighet:	vid vald upplösning: 0.01 $\Omega$ m, 0.1mVolt, 0.03°C vilket ger 0.2°C total noggrannhet vid Pt100-mätning. Max. pulsfrekvens vid pulsräkning: 400kHz, nollställningstid för pulsräknare: 1 sekund
Databehandling:	Ingen för typ 3530 A, selektiv lagring (enbart de värden som på ett signifikant sätt ändrats sedan föregående avläsning lagras) för typ 3530 D.
Datalagring:	På magnetband via inbyggd kassetbandspelare högst 50000 mätvärden per kassett. Avspelningsmöjlighet via RS232C kommunikationssnitt, avspelningsstid högst 15 minuter vid överföringshastighet 9600baud.
Programmering:	Via frontpanelens tangentbord eller från dator/terminal via kommunikationssnittet.
Utskrift:	På frontpanelens display, inbyggd termoskrivare eller separat ansluten terminal/skrivare.
Mätmoduler:	2 analoga, reed relay 35301A, 10 – 20 kanaler per modul (4- eller 2-tråds-mätning), 2 pulsräknare 35302C, 6 kanaler per modul.
Anslutning:	Strömförsörjning: 220V (batteribackup inbyggd) Mätgivare: via s k mäthandskar (10-20 kanaler per handske) eller 25-poliga kontakter (6 pulskanaler per kontakt).

#### Mätgivare:

##### *Temperaturgivare*

Fabrikat:	ICM
Beteckning:	ATL (motståndstermometer Pt100 av anliggningstyp)
Känslighet:	Halvvärdestid (för själva givaren, dvs tröghet i rör-

Montering:	väggen ej medräknad) 8-10 sekunder, max 110°C
Anslutning:	Utanspåliggande, för rördiametrar 15 – 35mm 2-trådig, koppar, längd 15m, resistans 0.052Ohm/m (dubbel sladd).
	<i>Flödesmätare</i>
Fabrikat:	Clorius
Beteckning:	T3, T30 (induktiva)
Känslighet:	Max. flöde = 3 respektive 30m <sup>3</sup> /h Min. flöde = 0.1% av max. flödet Förväntad noggrannhet inom mätområdet = 1-2.5% Garanterad noggrannhet inom mätområdet = 2-5% Tidsupplösning = 1 sekund;
Utsignal:	Snabbpulser ±7Volt, 0.1 respektive 1ml/puls (vid högsta möjliga upplösning)
Anslutning:	Strömmatning från tillhörande originalenhet Pulser avläses direkt från elektronikkretsens serviceutgång.

## BILAGA 5

### Modifiering av hetvattenkretsen för stabil drift

#### Kretsbeskrivning:

Kretsen består av en primärvattenväxlare med tillhörande reglerutrustning, en cirkulationspump samt en luftvärmväxlare (placerad i ett torkrum) med ventiler och en fläkt.

Fläkten startas genom att man ställer in den önskade torktiden på en timer i torkrummet. Samtidigt öppnas då en magnetventil i anslutning till luftväxlaren så att fullt vattencirkulationsflöde erhålles. Då torkningsperioden avslutats stannar fläkten och magnetventilen stängs. En del av vattenflödet tillåts dock passera en mindre strypventil installerad parallellt med magnetventilen (detta i syfte att även vid tomgång hålla kretsen varm men med minskad energiåtgång).

Det cirkulerande vattnets temperatur efter primärvattenväxlaren känns av av en temperaturgivare som, genom en PI-regulator, styr primärvattenflödet. Inställning av börvärdet för temperaturen sker med en vridratt. Ratten är anbringad på axeln av en potentiometer fäst på ett kretskort inuti regulatorns hölje. Rattens ändlägen motsvaras av fullt respektive inget motstånd alls (inställning 20 respektive 80°C) på potentiometern. Anslutning av potentiometern på kretskortets baksida visas i figur 27.

#### Problem:

Vid strypt vattencirkulation försämras regleringen genom att tiden som löper mellan styrventilens lägesändring (primärsidan) och när temperaturgivaren registrerar resulterande temperaturändring (sekundärsidan) förlängs. I ett extremt fall (vilket faktiskt inträffat under mätetapp 1) kan cirkulationsflödet stoppas helt om strypventilen blir igensatt. Vattentemperaturändringen når då temperaturgivaren uteslutande genom värmeledning (och kanske egenkonvektion) i vattnet, vilket tar jämförelsevis lång tid.

Resultatet blir ett periodiskt förlopp, där såväl den sekundära framledningstemperaturen som den primära returtemperaturen temporärt kan komma att förhöjas kraftigt. När exempelvis temperaturgivaren registrerar en för låg temperatur ökar primärflödet mer och mer, tills varmfronten når fram till givaren. Längden av varje period i förloppet beror på hur långt givaren är placerad från värmväxlaren. Ju snabbare

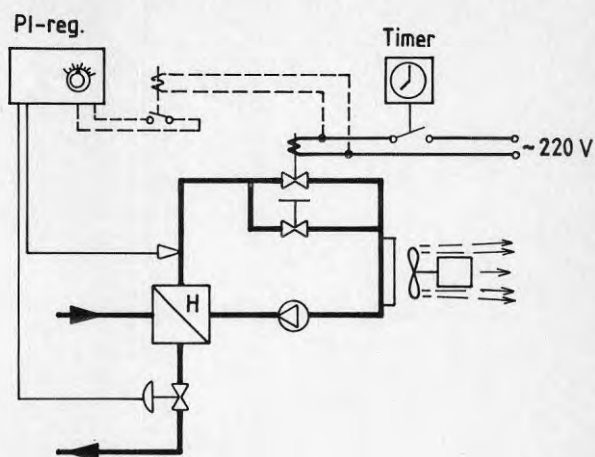
motorventilen är dess kraftigare blir övervärmningen. Förloppet är olyckligt ur flera synvinklar, bl a kan det medföra för snabb förslitning av reglerkretsen.

#### Åtgärd:

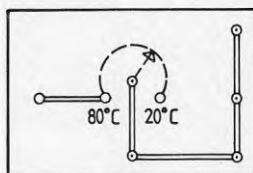
För att förebygga igensättning av strypventilen ökades tomgångsflödet till c:a 50% av det nominella. Samtidigt modifierades regulatorn så att börvärdet för vattnets temperatur vid tomgång automatiskt valdes som lägsta möjliga ( $20^{\circ}\text{C}$ ). Tillvägagångssättet visas i figur 26 – 28. Enbart en kontaktor (drivspänning 220V) samt en vanlig elledning mellan torkrummet och abonnentcentralrummet krävdes (jämför det streckade partiet i fig. 26).

Kontaktorn inkopplades så att den, vid påsatt torkrumsfläkt, sluter den avbrutna förbindelsen mellan potentiometerarmen och lämpligt ledspår på kretskortet, varmed det med ratten inställda temperaturbörvärdet följs. När förbindelsen bryts igen, leder en bygling strömmen till potentiometerns fria ändläge, vilket ger en börvärdesinställning motsvarande  $20^{\circ}\text{C}$ .

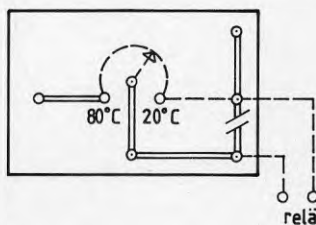
Åtgärden gav det avsedda resultatet. Det har även visat sig att, vid sänkt temperaturbörvärde, när radiatorkretsen är i drift (vinterhalvåret) räcker värmen som alstras av radiatorväxlaren till att hålla hetvattnets temperatur runt  $25^{\circ}\text{C}$  utan att hetvattenväxlarens motorventil behöver öppnas.



Figur 26: Hetvattenkretsen



Figur 27: Ursprunglig potentiometeranslutning



Figur 28: Potentiometeranslutningen efter modifiering



